

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 43 757 A 1

51 Int. Cl. 5:
C 23 C 14/34

21 Aktenzeichen: P 42 43 757.1
22 Anmeldetag: 23. 12. 92
43 Offenlegungstag: 30. 6. 94

DE 42 43 757 A 1

71 Anmelder:
Leybold Materials GmbH, 63450 Hanau, DE

72 Erfinder:
Weigert, Martin, Dr., 6450 Hanau, DE; Konietzka,
Uwe, 6458 Rodenbach, DE; Heindel, Josef, 6452
Hainburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
JP Patents Abstracts of Japan: 63-238268 A., C-563,
Jan. 27, 1989, Vol.13, No. 39;
2-200775 A., C-772, Oct. 23, 1990, Vol.14, No.485;

54 Target für eine Kathodenzerstäubungsanlage aus einer ferromagnetischen Legierung

57 Bei einem Target für eine Kathodenzerstäubungsanlage aus einer ferromagnetischen Legierung, deren Phasendie-
gremm bei Betriebstemperatur des Targets eine hexagonale
Phase aufweist mit einem Mengenanteil, der größer ist als
die Summe aller weiteren Phasen, ist dieser hexagonale
Phasenanteil mit den hexagonalen Prismenecken (0001)
Phasen bevorzugt senkrecht zur Targetebene ausgerichtet, wobei
das Gefüge des Targets eine im wesentlichen säulenförmige
Gußkornstruktur aufweist mit einem Säulenlänge- zu Säulen-
breitenverhältnis von mindestens 2 zu 1 und die Längsach-
sen der säulenförmigen Gußkörner senkrecht zur Targetebe-
ne ausgerichtet sind.

DE 42 43 757 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
BUNDESDRUCKEREI 05. 94 408 026/89

6/37

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Target für eine Kathodenzerstäubungsanlage aus einer ferromagnetischen Legierung, deren Phasendiagramm bei Betriebstemperatur eine hexagonale Phase aufweist und der Mengenanteil der hexagonalen Phase größer ist als der aller weiteren Phasen und dieser hexagonale Phasenanteil mit den hexagonalen Prismenachsen (0001) bevorzugt senkrecht zur Targetebene ausgerichtet ist.

Beim Kathodenzerstäuben werden zur Optimierung des Zerstäubungsprozesses Permanentmagnete hinter dem Target (Kathode) so angeordnet, daß sich vor dem Target im Entladungsraum ein Magnetfeld ausbildet, durch das das Entladungsplasma lokalisiert wird. Der Bereich der Targetoberfläche über dem das Plasma lokalisiert ist, wird bevorzugt zerstäubt, wodurch sich ein Erosionsgraben bildet.

Bei ferromagnetischen Targets treten dabei hauptsächlich zwei Probleme auf:

Erstens wird der magnetische Fluß der Permanentmagnete im Target gebündelt, so daß nur ein geringer Fluß in den Entladungsraum austreten kann. Dieses Problem erfordert daher die Verwendung sehr dünner ferromagnetischer Targets.

Zweitens bewirkt die lokale Querschnittsabnahme des Targets während der Kathodenzerstäubung (Erosionsgraben) bei ferromagnetischen Targets einen zunehmenden Magnetfluß direkt über dem Erosionsgraben. Dadurch tritt lokal eine höhere Ionisierungswahrscheinlichkeit des Zerstäubergases und lokal eine höhere Zerstäubungsrate auf, mit der Folge, daß der Erosionsgraben sehr eng wird, verbunden mit einer nur geringen Materialausbeute des Targets.

Verbesserte Magnetfeldgeometrien und ein höherer Magnetfelddurchgriff können durch aufwendige Targetkonstruktionen erreicht werden. Durch Schlitze im Target, senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes, kann der magnetische Widerstand im Target erhöht werden und ein größeres Feld im Entladungsraum erreicht werden (K. Nakamura et al IEEE Transactions on Magnetics, Band MAG-18, 1982, S. 1080—1082).

Kukla et al (IEEE Transactions on Magnetics, Band MAG-23, 1987, S. 137—139) beschreiben eine Kathode für ferromagnetische Materialien, die aus mehreren Einzeltargets besteht, die in zwei Ebenen übereinander angeordnet sind, um ein höheres Magnetron-Magnetfeld zu erreichen. Diese Konstruktionen sind jedoch teuer und erschweren die Magnetron-Kathodenzerstäubung.

In der DE 38 19 906 ist ein Target zum Einsatz in Magnetron-Kathodenzerstäubungsanlagen beschrieben, bei dem der magnetische Felddurchgriff durch das Einstellen einer hexagonalen (0001) — Fasertextur senkrecht zur Targetfläche erreicht werden kann und bei dem man mit einer größeren Ausgangsdicke einen besseren Ausnutzungsgrad des Targets erzielt. Nach der DE 38 19 906 wird diese (0001) — Fasertextur durch eine Kaltumformung bei Temperaturen unter 400°C erreicht. Es zeigte sich, daß diese Kaltumformung für manche der üblicherweise in der magnetischen Datenspeicherung eingesetzten Legierungen nur schwer durchzuführen ist, da diese Legierungen zur Ribbildung bei der Kaltverformung neigen und da durch diese Kaltverformung starke Spannungen in das Material eingebracht werden, so daß die Herstellung planparalleler Platten erschwert wird. Insbesondere bei den neuerdings eingesetzten CoPtCr-Legierungen ist eine Einstellung der (0001) — Fasertextur durch Kaltverformung praktisch unmöglich.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Target für Kathodenzerstäubungsanlagen zu entwickeln, bei dem die hexagonale (0001) — Fasertextur ohne die oben beschriebene Kaltumformung erreicht werden kann und daß die bevorzugte Ausrichtung der hexagonalen Prismenachsen senkrecht zur Targetoberfläche auch bei jenen Legierungen erreicht wird, bei denen eine Kaltumformung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in dem Target eine gezielte säulenförmige Gußkornstruktur eingestellt wird, wobei die Längsachsen der Gußkörner senkrecht zur Ebene des Targets, d. h. in Sputterrichtung ausgerichtet ist, und das durchschnittliche Säulenlänge- zu Säulenbreiteverhältnis mindestens 2 zu 1 beträgt. Für diese Targets verwendet man vorzugsweise Legierungen mit mehr als 60% Gewichtsanteil Kobalt.

Die Ausrichtung der Gußkörner senkrecht zur Ebene des Sputtertargets wird dadurch erreicht, daß eine metallische Gießform benutzt wird, mit der aufrechtstehende Platten mit einem Höhe- zu Dickenverhältnis von mindestens 5 zu 1 und einem Breite- zu Dickenverhältnis von ebenso mindestens 5 zu 1 gegossen werden können. Dabei ist für eine bevorzugte Wärmeabführung in Richtung der Plattenebene zu sorgen, so daß die Erstarrung der Schmelze beginnend von den Oberflächen der Platte in Richtung Plattenmitte erfolgt. Anschließend werden die Targets so aus den Gußplatten herausgeschnitten, daß die Plattenebene der Gußteile senkrecht zur Sputterrichtung liegt.

Überraschenderweise zeigte sich, daß Targets mit der oben beschriebenen Gußstruktur im Vergleich zu heißgewalzten oder rekristallisierten Targets, bei denen keine bevorzugte Kornorientierung vorliegt, einen deutlich höheren Magnetfelddurchgriff beim Einsatz in der Magnetronkathodenzerstäubungsanlage aufweisen. Allerdings ist bei jenen Legierungen, bei denen eine Kaltumformung möglich ist, die höchste Verbesserung des Magnetfelddurchgriffs durch die Kaltumformung erreichbar.

Die folgenden Beispiele sowie die in Tabelle 1 und 2 gezeigten Daten sollen die erfindungsgemäßen Targets und deren Herstellung näher erläutern:

1.a) Eine Legierung der Zusammensetzung Co83Cr17 [atom%] wurde im Vakuum-Induktionsofen erschmolzen und in eine Stahlgießform der Größe 400×200×24 mm abgegossen. Die Seitenwände der Gießform hatten eine Dicke von 40 mm, die stirnseitigen Wände eine Dicke von 20 mm. Die Gußplatte wurde so geschnitten, daß 3 Platten der Größe 400×200 mm entstanden. Anschließend wurden die Platten spanabhebend bearbeitet, so daß 3 Probetargets mit den Dicken 3,2, 5,2 und 9,8 mm entstanden. Zur Charakterisierung der magnetischen Targeteigenschaften wurde die Magnetfeldkomponente parallel

zur Targetfläche gemessen, die man an einer Kathode mit Permanentmagneten unmittelbar über der Targetoberfläche erhält (Feldstärke der Permanentmagnete 240 kA/m).

Als Referenzproben wurden 2 Gruppen Co83Cr17 Proben gleicher Größe hergestellt, wobei folgende Herstellverfahren angewandt wurden:

b) VIM-Guß, Schmieden, Heißwalzen, Rekristallisieren.

c) VIM-Guß, Schmieden, Heißwalzen, Kaltwalzen (Target entsprechend DE 38 19 906).

Die Referenztargets wurden analog zu dem erfindungsgemäßen Target magnetisch vermessen.

2.a) Eine Legierung der Zusammensetzung Co75Cr13Pt12[atom%] wurde im Vakuum-Induktionsofen geschmolzen und in eine Stahlgießform der oben genannten Größe 400 x 200 x 24 mm abgegossen. Die Gießplatte wurde anschließend so zerschnitten, daß Platten der Größe 400 x 200 mm vorlagen. Aus diesen Platten wurden dann spanabhebend Probetargets mit den Dicken 4, bzw. 6 mm hergestellt.

Zur Charakterisierung der magnetischen Targeteigenschaften wurden diese Targets wie bereits oben beschrieben vermessen. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

b) Als Referenzprobe wurden 2 Stück Co75Cr13Pt12 Proben gleicher Größe hergestellt, wobei folgendes Herstellverfahren angewandt wurde:

VIM-Guß, Heißwalzen, Rekristallisieren. Die Referenztargets wurden analog zu den erfindungsgemäßen Targets magnetisch vermessen. Die Meßergebnisse sind ebenso in Tabelle 2 zusammengefaßt.

c) Die Herstellung kaltgewalzter Targets gemäß DE 38 19 906 war für diese Legierung nicht mehr möglich.

Beim Vergleich der ermittelten Werte für den maximalen Magnetfelddurchgriff in Tabelle 1 fällt auf, daß bei der hier eingesetzten Legierung Co83Cr17 kein wesentlicher Vorteil durch die Anwendung der erfindungsgemäßen säulenförmigen Gefügestruktur erzielbar ist. Die besten Werte für den maximalen Magnetfelddurchgriff erzielen die Proben der Gruppe c), die geringfügig über denen der erfindungsgemäßen Gruppe a) liegen. Beide Gruppen a) und c) liegen jedoch deutlich über den ermittelten Werten der Gruppe b) mit isotroper Kornverteilung.

Bei den Proben der in Tabelle 2 eingesetzten Legierung Co75Cr13Pt12 ist durch das extrem harte und spröde Targetmaterial eine Kaltverformung gemäß DE 38 19 906 nicht mehr möglich. Bei Werkstoffen dieser Zusammensetzung zeigt sich ganz deutlich der Vorteil einer säulenförmigen Gefügestruktur wie in der Gruppe a) dargestellt. Die Werte für den maximalen Magnetfelddurchgriff parallel zur Targetebene sind hier ganz erheblich verbessert gegenüber den Proben der Gruppe b) mit isotroper Kornverteilung.

Tabelle 1

| Zusammensetzung | Dicke | Herstellverfahren | Max. Magnetfelddurchgriff parallel z. Target | Gefügebeurteilung |
|-----------------|-------|-------------------|--|--------------------------------|
| [atom%] | [mm] | | [kA/m] | |
| a) Co83Cr17 | 3,2 | erfindungsgem. | 48 | Säulenstruktur, |
| Co83Cr17 | 5,2 | " | 37,5 | senkrecht zur Targetoberfläche |
| Co83Cr17 | 9,8 | " | 20,5 | |
| b) Co83Cr17 | 3,2 | schmieden + | 43,5 | isotrope Kornverteilung |
| Co83Cr17 | 5,2 | heißwalzen + | 32,5 | |
| Co83Cr17 | 9,8 | rekristallisieren | 12,0 | |
| c) Co83Cr17 | 3,2 | kaltgewalzt | 49 | Kaltwalzgefüge mit |
| Co83Cr17 | 5,2 | gemäß | 40 | inneren Spannungen |
| Co83Cr17 | 9,8 | DE 38 19 906 | 25 | (Zwillingsbildung) |

Tabelle 2

| 5 | Zusammensetzung | Dicke | Herstellverfahren | Max.Magnetfelddurchgriff parallel z. Target | Gefügebeurteilung |
|----|------------------------------|------------------------------|---|--|---|
| | [atom% | [mm] | | [kA/m] | |
| a) | Co75Cr13Pt12 Co75Cr13Pt12 | 4 6 | erfindungsgem. " | 40 28 | Säulenstruktur, senkrecht zur Targetoberfläche |
| 10 | b) | Co75Cr13Pt12 Co75Cr13Pt12 | 4 6 | heißwalzen- rekristallisieren | isotrope Kornverteilung |
| 15 | c) | Co75Cr13Pt12 | nicht mehr kalt verformbar gemäß DE 38 19 906 | / | / |

Patentansprüche

- 25 1. Target für eine Kathodenzerstäubungsanlage aus einer ferromagnetischen Legierung, deren Phasendiagramm bei Betriebstemperatur des Targets eine hexagonale Phase aufweist mit einem Mengenanteil, der größer ist als die Summe aller weiteren Phasen und dieser hexagonale Phasenanteil mit den hexagonalen Prismenachsen (0001) bevorzugt senkrecht zur Targetebene ausgerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Gefüge des Targets eine im wesentlichen säulenförmige Gußkornstruktur aufweist mit einem Säulenhöhe- zu Säulenbreitungsverhältnis von mindestens 2 zu 1 und die Längsachsen der säulenförmigen Gußkörner senkrecht zur Targetebene ausgerichtet sind.
- 30 2. Target nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Target aus einem Gußstück hergestellt ist.
3. Target nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des Gußstücks eine metallische Gießform verwendet wird, die eine im wesentlichen parallelepipedische Form hat.
- 35 4. Target nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießform ein Höhe- zu Dickeverhältnis von mindestens 5 zu 1 und eine Breite zu Dickeverhältnis von mindestens 5 zu 1 aufweist.
5. Target nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der metallischen Gießform eine kontrollierte Wärmeabführung der erstarrenden Schmelze ermöglicht, beginnend von den Oberflächen der plattenförmigen Gußstücke zur Mitte der Gußstücke hin.
- 40 6. Target nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Target im wesentlichen eben und plattenförmig ausgebildet ist.
7. Target nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Target aus den plattenförmigen Gußstücken so herausgetrennt ist, daß die Hauptebenen von Target und Gußstück parallel verlaufen.
- 45 8. Target nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Target aus einer Kobalt-Legierung mit mindestens 60 Gewichtsprozenten Kobalt besteht.